植物分类学报 22(5): 367—377(1984)
Acta Phytotaxonomica Sinica

我国椴树科花粉形态的研究

张玉龙　　　　陈彦生
(中国科学院植物研究所,北京)　(西北植物研究所,武功)

摘要 本文对分布于我国的椴树科(Tiliaceae) 9属44种植物的花粉形态进行了光学显微镜的系统观察,并对其中10种花粉的外壁细微结构进行了扫描电镜观察. 本科花粉为长球形、扁球形和球形,萌发孔为长3孔沟、短3孔沟和3(—4)孔三种类型,外壁主要为网状纹饰,个别属为刺状纹饰. 根据花粉资料,本文还探讨了该科植物分类中的某些问题.

关键词 椴树科;花粉形态;显微结构;亚显微结构

椴树科(Tiliaceae)约有50属450种,多为乔木、灌木、稀为草本,广布于亚洲,非洲和中、南美洲的热带、亚热带地区;而椴属(*Tilia*)则主产北温带。椴树科,我国有12属、94种,全国均有,以西南部最盛;其中椴属分布最广,南北各省区均产。海南椴属(*Hainania*)为我国特有属,滇桐属(*Craigia*)、蚬木属(*Excentrodendron*)和柄翅果属(*Burretiodendron*)则主产我国。它们大部分生长于中度海拔较潮湿的山谷或山坡上,个别种则为引进的栽培植物。

本科植物的大化石和化石花粉最早出现在古新世。本科的现代花粉形态,在国外Erdtman(1952),Sharma(1969)等曾做过较系统的研究。在国内,除《中国植物花粉形态》(1960)一书对本科花粉有描述外,其他尚无详细的报道。

本文用光学显微镜系统观察了本科9属44种植物的花粉形态。并用扫描电镜对各属代表类型进行了观察。希望通过此项工作给本科植物的分类和化石花粉鉴定提供参考资料。

材料和方法

本文观察材料系采自中国科学院植物研究所标本室所藏的腊叶标本。光学显微镜观察的花粉制片均用醋酸酐分解法处理。扫描电镜所用材料系将花粉直接放在胶纸上,经过喷金镀膜,直接在扫描电镜下观察。

每种花粉测量20粒,取其最小值和最大值(示其变异幅度)及平均值。并测量了花粉萌发孔的大小。

观察结果

(一)本科花粉总的形态特征

本科植物的花粉形态是多类型的,其形状有长球形、扁球形和球形,赤道面观为椭圆形、近椭圆形或圆形,极面观为三(四)裂圆形或圆形。辐射对称或两侧对称;等极或亚等极。花粉大小,各属、种之间差异较大,最大的花粉为蚬木属的蚬木(*Excentrodendron hsienmu*),其直径达55.3微米,最小花粉为一担柴属的 *Colona sinica*,其大小为26.6×18.2

微米。萌发孔主要为 3 (—4)孔沟类型,少数属种为 3 (—4)孔类型,而孔沟类型又有长孔沟和短孔沟之分。外壁两层,外层较内层厚或等厚,有时层次不明显;表面具网状纹饰,个别属则为刺状纹饰。根据我们的观察,主要可分为以下几种类型:

1. Grewia 型 花粉为长球形,具 3(—4) 孔沟,沟长,内孔横长。扁担杆属 (*Grewia*), 一担柴属 (*Colona*), 黄麻属 (*Corchorus*),布渣叶属 (*Microcos*), 刺蒴麻属 (*Triumfetta*) 属之。

2. Tilia 型 花粉为扁球形,具 3(—4) 孔沟, 沟短,内孔大。椴属 (*Tilia*),海南椴属 (*Hainania*) 属之。

3. Corchoropsis 型 花粉球形或近球形,具 3(—4)孔, 外壁表面具尖或钝的刺。田麻属 (*Corchoropsis*) 属之。

4. Excentrodendron 型 花粉球形, 具 3 (—4) 孔, 外壁表面具大网状纹饰, 蚬木属 (*Excentrodendron*) 属之。

在这 4 种类型中,前两种为本科最主要的类型,绝大多数花粉属于这两种类型。

各属花粉形态检索表

1. 花粉具 3 (—4) 孔沟,长球形或扁球形。
  2. 花粉扁球形,孔沟短。
    3. 内孔圆形,孔处外壁内层显著加厚;沟细小, 不明显……………………………… **椴属 Tilia** L.
    3. 内孔椭圆形,孔处外壁内层稍加厚;沟较大,明显……………………… **海南椴属 Hainania** Merr.
  2. 花粉长球形, 孔沟长。
    4. 花粉粒体积较大,长轴达 40 微米以上。
      5. 网眼较大,大小不一;孔沟边缘较平……………………………… **扁担杆属 Grewia** Linn.
      5. 网眼较小,大小较一致;孔沟边缘呈锯齿状……………………………… **刺蒴麻属 Triumfetta** L.
    4. 花粉粒体积较小,长轴不超过 35 微米
      6. 孔沟较宽;沟的两端渐狭。…………………………………………… **黄麻属 Corchorus** L.
      6. 孔沟较狭;沟的两端与中部几等宽
        7. 在扫描电镜下,网眼中有时具小穿孔……………………………………… **布渣叶属 Microcos** L.
        7. 在扫描电镜下,网眼中无穿孔,有时具细颗粒…………………………… **一担柴属 Colona** Cav.
1. 花粉球形或近球形,具 3(—4) 孔。
  8. 外壁表面具刺状纹饰…………………………………………………**田麻属 Corchoropsis** Sieb. et Zucc.
  8. 外壁表面具大网状纹饰……………………………… **蚬木属 Excentrodendron** Chang et Miau

(二) 各属的花粉形态特征

一担柴属 Colona Cav. 花粉长球形,等极, 辐射对称。赤道面观椭圆形, 极面观三裂圆形。体积小,极轴长 26.6—29.0 微米,赤道轴长 18.2—19.5 微米。具 3 孔沟;沟细长,长 20.9—21.8 微米,宽 1.3—1.7 微米;内孔横长, 界限不明显, 孔宽约 1.3 微米; 孔沟交叉呈十字形。外壁两层,厚约 1.3 微米,外层稍厚于内层;表面具细网状纹饰, 网眼近圆形或略呈多角形,大小较一致,在孔沟边缘变小。

黄麻属 Corchorus L. 花粉长球形, 等极,辐射对称。赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。极轴长 30.4—34.5 微米, 赤道轴长 23.5—23.9 微米。具 3 孔沟;沟细长,两端狭,

中部宽，长 21.9—25.0 微米，宽约 3.3 微米；内孔横长，界限不明显，宽约 2.1—3.8 微米；孔沟交叉呈十字形。外壁两层，厚约 1.3 微米，内外层近等厚，表面具细网状纹饰，光学显微镜下，网眼近圆形，大小较为一致，在孔沟边缘变小。

田麻属 Corchoropsis Sieb. et Zucc. 花粉球形或近球形，辐射对称，直径 31.2—48.2 微米。具 3(—4) 孔，偶而可见 2 孔；孔圆形，直径 2.9—4.3 微米，孔处内层加厚。外壁厚 1.3 微米，层次不明显；表面具刺，刺长 3.4 微米，尖或钝，当镜筒下降时，表面还具小穴(扫描电镜下为小穿孔)。

蚬木属 Excentrodendron Chang et Miau　花粉球形，辐射对称，体积较大，直径 55.3 微米。具 3(—4) 孔，孔圆形，直径约 4.1 微米，孔处内层稍变厚。外壁两层，厚约 3.5 微米，外层显著厚于内层，外层中有密布的小柱，在小柱中间隔着粗大而明显的大基柱，在表面形成清楚的大网状纹饰，网眼大小和形状不一致，网眼中有细网(扫描电镜下为小穿孔)，花粉轮廓线不平，呈波纹状。

扁担杆属 Grewia L.　花粉长球形，等极，辐射对称。赤道面观为椭圆形，极面观为三(四)裂圆形。体积较大，极轴长 43.3—65.3 微米，赤道轴长 31.6—45.6 微米。具 3(—4) 孔沟；沟长，两端狭，中部宽，长 36.5—52.8 微米，宽 3.6—5.6 微米；内孔横长，界限不明显，孔宽约 3.5—5.6 微米；孔沟交叉呈十字形。外壁两层，厚 2.3—3.3 微米，外层厚于内层，基柱明显；表面具网状或粗网状纹饰，网眼大小和形状不一致，向孔沟边缘变小；网眼中常有细颗粒(扫描电镜下实际为小穿孔)出现，花粉轮廓线不平，有时呈波纹状。

在个别种内，如镰叶扁担杆 *G. falcata* C. Y. Wu 和毛果扁担杆 *G. eriocapa* Juss.，亦可看到近长球形、圆三角形、菱形等不规则形状花粉，孔沟方向也很零乱。

海南椴属 Hainania Merr. 花粉扁球形，等极，辐射对称。赤道面观椭圆形，极面观三裂圆形。极轴长 25.9 微米，赤道轴长 38.4 微米。具 3 孔沟；沟短，长约 10.8 微米，宽 2.6 微米；内孔稍大，椭圆形，孔宽约 5.7 微米，孔处内层稍加厚。外壁两层，厚约 1.7 微米，外层较厚；表面具细网状纹饰，网眼近圆形，大小较一致。

这个属花粉与椴属相似，区别在于，赤道面观沟较宽大，明显，极面观孔内层稍加厚。

布渣叶属 Microcos L.　花粉长球形，等极，辐射对称。赤道面观椭圆形，极面观三裂圆形。体积较小，极轴长 30.0—31.2 微米，赤道轴长 20.8—21.7 微米。具 3 孔沟；沟细长，长约 21.6—22.4 微米，宽 1.5—1.9 微米；内孔横长，界限不明显，孔宽约 2.2—2.5 微米；孔沟交叉呈十字形。外壁两层，厚 1.9—2.1 微米，外层较厚；表面具细网状纹饰，网眼近圆形，大小和形状较一致，向孔沟边缘变小。

椴属 Tilia L.　花粉扁球形，亚等极，两侧对称，稀等极和辐射对称。赤道面观近椭圆形，其中一极常扁平，极面观三裂圆形。极轴长 23.0—33.1 微米，赤道轴长 37.7—47.2 微米。具 3 孔沟，偶而可见 2、4、6 孔沟的花粉；沟细而短，不明显，长 6.4—12.5 微米，仅稍长出内孔；内孔较大、圆形，界限不明显，直径 3.8—8.9 微米，孔处内层显著加厚。外壁厚 1.3—2.5 微米，两层，内外层近等厚；表面具细网状纹饰，网眼小，近圆形。

刺蒴麻属 Triumfetta L.　花粉长球形，等极，辐射对称。赤道面观椭圆形，极面观三裂圆形。极轴长 41.3—55.5 微米，赤道轴长 26.2—32.1 微米。具 3 孔沟；沟细长，两端狭，中部宽，沟缘微不平，呈细锯齿状，长 29.2—45.8 微米，宽 2.6—4.7 微米；内孔横长，界

Table 1 Morphological characteristics of

种 名 Name of species	形 状 Shape of pollen grains	大 小 Size of pollen grains (μ)	萌 发 孔		
			类 型 Type	沟 Colpus	
				长度 Length (μ)	宽度 Width(μ)
Colona sinica	长球形 Prolate	(21.8—32.0)26.6×18.2(15.4—21.8)	3 孔沟 3-colporate	20.9	1.3
一担柴 *C. floribunda*	同 上 Ditto	(26.9—30.3)29.0×19.5(17.9—21.8)	同 上 Ditto	21.8	同 上 Ditto
假黄麻 *Corchorus acutangulus*	同 上 Ditto	(26.9—33.3)30.5×23.5(20.5—25.6)	同 上 Ditto	21.9	3.3
黄 麻 *C. capsularis*	同 上 Ditto	(30.7—37.1)34.5×23.9(20.5—26.9)	同 上 Ditto	25.0	3.2
扁担杆 *Grewia biloba*	同 上 Ditto	(44.8—51.2)46.9×36.2(30.8—42.2)	同 上 Ditto	36.5	3.7
苘麻叶扁担杆 *G. abutilifolia*	同 上 Ditto	(52.5—64.0)57.7×41.9(38.4—44.8)	同 上 Ditto	44.8	4.9
朴叶扁担杆 *G. celtidifolia*	同 上 Ditto	(36.1—48.6)43.3×31.6(29.4—33.3)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	35.6	4.1
短柄扁担杆 *G. brachypoda*	同 上 Ditto	(49.9—57.6)53.3×38.8(35.8—42.2)	3 孔沟 3-colporate	42.2	3.7
毛果扁担杆 *G. eriocapa*	同 上 Ditto	(42.2—52.5)47.9×33.9(32.0—35.8)	同 上 Ditto	39.2	4.0
镰叶扁担杆 *G. falcata*	同 上 Ditto	(53.8—65.3)58.8×39.5(35.8—42.2)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	46.8	5.4
黄叶扁担杆 *G. hirsuto-velatina*	长球形或近长球形 Prolate or subprolate	(51.2—62.7)56.7×44.8(38.4—51.2)	3 孔沟 3-colporate	42.8	3.9
G. henryi	同 上 Ditto	(44.8—60.2)55.2×45.6(37.1—49.9)	同 上 Ditto	47.5	2.1
G. laevigata	长球形 Prolate	(49.9—65.3)59.2×40.0(32.0—46.8)	同 上 Ditto	47.4	3.6
椴叶扁担杆 *G. tiliaefolia*	同 上 Ditto	(57.6—67.8)64.2×41.4(38.4—47.4)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	50.9	3.8
布渣叶 *Microcos paniculata*	同 上 Ditto	(28.2—34.6)30.0×20.8(19.2—23.0)	3 孔沟 3-colporate	21.6	1.5
海南布渣叶 *M. chungii*	同 上 Ditto	(26.9—34.6)31.2×21.7(19.2—24.3)	同 上 Ditto	22.4	1.9
小刺蒴麻 *Trumfetta annue*	同 上 Ditto	(38.4—49.9)43.2×28.7(24.3—32.0)	同 上 Ditto	31.9	4.4
刺蒴麻 *T. bartramia*	同 上 Ditto	(44.8—49.9)47.7×32.1(28.2—34.6)	同 上 Ditto	38.7	2.9
粗齿刺蒴麻 *T. grandidens*	同 上 Ditto	(47.4—55.0)52.1×26.4(24.3—29.4)	同 上 Ditto	41.2	3.8
长钩刺蒴麻 *T. pilosa*	同 上 Ditto	(52.5—58.9)55.5×32.0(26.8—34.6)	同 上 Ditto	45.8	4.7
毛刺蒴麻 *T. tomentosa*	同 上 Ditto	(40.9—47.4)44.6×26.2(24.3—28.2)	同 上 Ditto	38.1	4.3
T. suffraticosa	同 上 Ditto	(37.1—46.1)41.3×29.7(25.0—33.3)	同 上 Ditto	29.2	2.6

Aperture		外壁 Exine		纹饰 Ornamentation	图版 Plate
孔 Ora		层次 Layering	厚度 Thickness (μ)		
形状 Shape	宽度 Width(μ)				
内孔横长，界线不明显 Lalongate, faintly delimited	1.3	两层，外层较厚 2 layers, sexine rather thick	1.3	细网状 Finely reticulate	1: 5,6
同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	1.3	同上 Ditto	1: 1—4
同上 Ditto	2.1	同上 Ditto	1.3	同上 Ditto	1: 17—19
同上 Ditto	3.8	两层，内外层几相等 2 layers, sexine & nexine almost equal	1.3	同上 Ditto	1: 12—16
同上 Ditto	4.2	两层，外层较厚 2 layers, sexine rather thicker	2.3	网状，网眼中有颗粒 Reticulate, lumina with granules	3: 12
同上 Ditto	5.5	同上 Ditto	2.3	网状，网脊由基柱组成，网眼中有颗粒 Reticulate, muri baculate, lumina with granules	3: 8
同上 Ditto	3.8	同上 Ditto	2.5	网状 Reticulate	3: 10
同上 Ditto	3.5	同上 Ditto	2.5	网状，网眼中有颗粒 Reticulate, lumina with granules	3: 16
同上 Ditto	4.5	同上 Ditto	2.4	网状 Reticulate	3: 9
同上 Ditto	6.4	同上 Ditto	2.5	网状，网眼中有颗粒 Reticulate, lumina with granules	3: 15
同上 Ditto	5.1	同上 Ditto	3.3	网状，网脊由基柱组成，网眼中有颗粒 Reticulate, muri baculate lumina with granules	3: 11
同上 Ditto	3.8	同上 Ditto	2.4	同上 Ditto	无图
同上 Ditto	5.1	同上 Ditto	2.9	同上 Ditto	3: 14
同上 Ditto	5.6	同上 Ditto	2.9	同上 Ditto	3: 1—7
同上 Ditto	2.2	同上 Ditto	1.9	细网状 Finely reticulate	2: 7—11
同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	2.1	同上 Ditto	2: 5,6
同上 Ditto	2.6	同上 Ditto	2.5	网状 Reticulate	5: 18—20
同上 Ditto	4.8	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	5: 12
同上 Ditto	2.9	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	5: 13,14
同上 Ditto	4.7	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	5: 15—17
同上 Ditto	2.6	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	5: 6—11
同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	3: 13

表 1. 我国椴树科花粉在光

Table 1 Morphological characteristics of

种 名 Name of species	形 状 Shape of pollen grains	大 小 Size of pollen grains (μ)	萌 发 孔 类 型 Type	沟 Colpus 长度 Length (μ)	宽度 Width (μ)
海南椴 *Hainania trichosperma*	扁球形 Oblate	(23.0—29.4)25.9× 38.4(35.8—42.2)	同 上 Ditto	10.8	2.6
紫 椴 *Tilia amuransis*	同 上 Ditto	(24.3—34.6)29.9× 44.1(40.9—47.4)	(2—)3(—4)孔沟 (2—)3(—4)- colporate	8.9	很狭 Very narrow
华 椴 *T. chinensis*	同 上 Ditto	(29.4—35.8)32.6× 46.8(43.5—51.2)	3 孔沟 3-colporate	同 上 Ditto	同 上 Ditto
粉 椴 *T. henryana*	同 上 Ditto	(20.5—33.3)28.5× 42.6(38.4—46.1)	同 上 Ditto	8.8	同 上 Ditto
T. henryana var. *subglabre*	同 上 Ditto	(19.2—30.7)25.4× 42.1(38.4—46.1)	同 上 Ditto	7.7	同 上 Ditto
多毛椴 *T. intonsa*	同 上 Ditto	(20.5—28.2)25.4× 37.7(34.6—40.9)	(2—)3(—4,6)孔 沟(2—)3(—4,6)- colporate	同 上 Ditto	同 上 Ditto
日本椴 *T. japonica*	同 上 Ditto	(21.8—26.9)23.0× 36.5(33.3—38.4)	3 孔沟 3-colporate	8.9	同 上 Ditto
广东椴 *T. kwangtungensis*	同 上 Ditto	(21.8—33.3)26.6× 39.6(35.8—44.8)	(2—)3(—4)孔沟 (2—)3(—4)- colporate	7.7	同 上 Ditto
亮绿椴 *T. laetevirens*	同 上 Ditto	(25.6—29.4)28.1× 39.4(35.8—43.5)	(2—)3孔沟 (2—)3-colporate	8.9	同 上 Ditto
糠 椴 *T. mandschurica*	同 上 Ditto	(24.3—32.0)29.3× 41.5(38.4—43.5)	3 孔沟 3-colporate	8.8	同 上 Ditto
南京椴 *T. miqueliana*	同 上 Ditto	(24.3—29.4)26.5× 39.2(37.1—41.0)	(2—) 3 孔沟 (2—)3-colporate	6.9	同 上 Ditto
蒙 椴 *T. mongolica*	同 上 Ditto	(24.3—28.2)26.4× 41.0(38.4—43.5)	3 孔沟 3-colporate	7.7	同 上 Ditto
T. oliveri var. *cinerascens*	同 上 Ditto	(24.3—32.0)27.8× 42.6(38.4—44.8)	同 上 Ditto	8.9	同 上 Ditto
少脉椴 *T. paucicostata*	同 上 Ditto	(21.8—28.2)24.6× 41.5(37.1—44.8)	同 上 Ditto	6.4	同 上 Ditto
T. nobilis	同 上 Ditto	(25.6—34.6)28.4× 47.2(43.5—51.2)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	同 上 Ditto	同 上 Ditto
大叶椴 *T. platyphyllos*	同 上 Ditto	(20.5—32.0)26.1× 40.9(35.8—43.5)	3 孔沟 3-colporate	9.8	同 上 Ditto
T. populiliniba	同 上 Ditto	(23.0—32.0)27.7× 44.4(40.9—48.6)	同 上 Ditto	10.2	同 上 Ditto
椴 *T. tuan*	同 上 Ditto	(25.6—30.7)28.5× 44.0(39.7—47.4)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	8.9	同 上 Ditto
云南椴 *T. yunnanensis*	同 上 Ditto	(29.4—39.7)33.1× 44.9(38.4—51.2)	3 孔沟 3-colporate	12.5	同 上 Ditto
田 麻 *Corchoropsis crenata*	球形或近球形 Spheroidal or subspheroidal	直径 48.2(42.2—53.8)	3(—4)孔 3(—4)-porate		
光果田麻 *C. psilocarpus*	球 形 Spheroidal	直径 31.4(28.6—34.6)	(2—)3孔 (2—)3-porate		
蚬 木 *Excentrodendron hsienmu*	同 上 Ditto	直径 55.3(48.6—64.0)	3(—4)孔 3(—4)-porate		

Aperture		外壁 Exine		纹饰 Ornamentation	图版 Plate
孔 Ora					
形状 Shape	宽度 Width(μ)	层次 Layering	厚度 Thickness (μ)		
内孔椭圆形，孔处外壁内层稍加厚 Elliptical, nexine slightly thickened	5.7	同上 Ditto	1.7	细网状 Finely reticulate	5: 1—5
内孔圆形，孔处外壁内层显著加厚 Circular, nexine markedly thickened	4.8 in diam.	两层，内外层等厚 2 layers, sexine & nexine equal	2.5	同上 Ditto	4: 12
同上 Ditto	6.7 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	3: 17
同上 Ditto	6.9 in diam.	同上 Ditto	1.9	同上 Ditto	4: 23
同上 Ditto	5.1 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	无图
同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 19
同上 Ditto	4.9 in diam.	同上 Ditto	1.3	同上 Ditto	4: 17
同上 Ditto	3.8 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 22
同上 Ditto	5.1 in diam.	同上 Ditto	1.9	同上 Ditto	4: 21
同上 Ditto	4.4 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 18
同上 Ditto	5.1 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 16
同上 Ditto	3.8 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 13
同上 Ditto	5.3 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 6,7
同上 Ditto	5.1 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 20
同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 14
同上 Ditto	6.4 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 8,9
同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 10,11
同上 Ditto	5.7 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 1—5
同上 Ditto	8.9 in diam.	同上 Ditto	2.5	同上 Ditto	4: 15
孔圆形，孔处外壁内层加厚 Pore circular, nexine thickened	4.3 in diam.	分层不明显 Layers indistinct	1.3	具刺，刺长 3.4 微米 Spinate, spine 3.4 μ long	1: 7—9
同上 Ditto	2.9 in diam.	同上 Ditto	1.3	同上 Ditto	1: 10,11
同上 Ditto	4.1 in diam.	两层，外层显著厚于内层 2 layers, sexine markedly thick	4.1	大网状，网眼中有细网 Coarsely reticulate, lumina with fine reticulae	2: 1—4

限不明显，孔宽约 2.5—6.1 微米。外壁两层，厚约 2.5 微米，外层较厚，基柱明显；表面具网状纹饰，网眼近圆形，大小较一致，在孔沟边变小。

（三）10 种花粉在扫描电镜下的观察

1. 一担柴 *Colona floribunda* (Wall.) Craib. (图版 1: 1,2)

孔沟交叉处稍向外突起，沟膜高低不平，上有细颗粒。外壁表面具网状纹饰，网眼大小和形状较一致，有些网眼中有密布的细颗粒。

2. 黄麻 *Corchorus capsularis* L. (图版 1: 12, 13)

沟膜不平，上具许多由细颗粒聚集而成的粗颗粒。外壁表面为网状纹饰，网眼在沟间区拉长，呈不规则的棱形，在两极则较圆；网脊粗细不一，当倍数很高时，网眼内可见小穿孔。

3. 田麻 *Corchoropsis crenata* Sieb. et Zucc. (图1: 7)

孔椭圆形，孔膜不完整，形成大穿孔。外壁表面高低不平，呈细皱纹状，其间有极小的穿孔，刺顶端较钝。

4. 蚬木 *Excentrodendron hsienmu* (Chun & How) Chang & Miau (图版 2: 1,2)

网脊弯曲，粗细不一，网眼内高低不平，内具不整齐的小穿孔。

5. 椴叶扁担杆 *Grewia tiliaefolia* Vahl. (图版 3: 1—3)

沟膜不平，上具稀疏的细颗粒，内孔向外突出，具半球形孔盖，孔盖上具弯曲条纹形成的拟网状纹饰。外壁表面具网状纹饰，网眼在沟间区较大，两极区较小，网脊粗细均匀，网眼中具明显的小穿孔。

6. 海南椴 *Hainania trichosperma* Merr. (图版 5: 1,2)

孔沟区明显向外突起，外壁表面具细密的网-穴状纹饰，网脊粗细不均，网眼形状大小不一。

7. 布渣叶 *Microcos paniculata* L. (图版 2: 9—11)

沟膜上具不明显颗粒；外壁表面具网状纹饰，网眼大小较一致，网眼内有时具小穿孔。

8. 华椴 *Tilia chinensis* Maxim. (图版 3: 17)

外壁表面具细网状纹饰，网眼形状大小较一致，网脊粗细较均匀。极区可见两条微弯曲而略高出的短“脊”。

9. 椴 *Tilia tuan* Szysz. (图版 4: 1—3)

外壁表面具细网状纹饰，网眼形状大小较一致，在孔沟边变小，网脊粗细也较均匀。极区可见一条略高出的短“脊”。

10. 毛刺蒴麻 *Triumfetta tomentosa* Bojer (图版 5: 6,7)

外壁表面具清楚的网状纹饰，网眼形状大小较一致，呈菱形；网脊细，较均匀，网眼内具细密的小穿孔。沟膜较平，孔盖加厚突出。

本科每种花粉在光学显微镜下观察的特征见表 1。

讨　论

1. 本科的系统位置

椴树科和梧桐科 (Sterculiaceae)、木棉科 (Bombacaceae)、锦葵科 (Malvaceae) 在 Engler

系统 (Schultze-Mote, 1964), Bentham et Hooker 系统(1862), Takhtajan 系统 (1969) 和 Cronquist 系统(1968)中都属于锦葵目 (Malvales)，但在科的进化顺序上有所不同。Schultze-Mote 的顺序为椴树科→锦葵科→木棉科→梧桐科，Bentham et Hooker 为锦葵科→梧桐科→椴树科，Takhtajan 和 Cronquist 都为椴树科→梧桐科→木棉科→锦葵科。从花粉资料看，本科与梧桐科、木棉科有着密切的连系，因在后两科中都可以看到类似椴树科的花粉。如类似长3孔沟类的花粉，在梧桐科的梧桐属(*Firmiana*)、银叶树属 (*Heritiera*) 和苹婆属 (*Sterculia*) 出现；短3孔沟型的花粉，在梧桐科的山芝麻属 (*Helicteres*)、鹧鸪麻属 (*Kleinhovia*) 以及木棉科的爪哇木棉属 (*Ceiba*) 等属中出现；3孔具刺型花粉，在梧桐科的平当树属 (*Paradombeya*)、午时花属 (*Pentapetes*)、翅子树属 (*Pterospermum*) 以及木棉科的 *Adansonia, Matisia* 等属中出现。而锦葵科的花粉则主要为散孔具刺类型，与椴树科的花粉类型差异较大。根据 Kuprianova (1974) 的观点，椴树科的花粉属于双子叶植物花粉进化阶段中的第二亚阶段，即三孔沟类型的亚阶段，而锦葵科的花粉则属于较进化的第四亚阶段，即散孔类型的亚阶段。因此，就花粉形态来说，椴树科与梧桐科、木棉科的关系比较密切，与锦葵科则比较疏远并比它原始，支持 Takhtajan 系统和 Cronquist 系的演化顺序。

2. 布渣叶属 (*Microcos* L.) **的系统位置**

布渣叶属原建立于1753年，因其外部特征与扁担杆属 (*Grewia* L.)很相似，林奈本人于1967年将其归并于扁担杆属。以后 Bentham et Hooker (1862), Schumann (1890) 等学者都将此属并归于扁担杆属，一直到1926年才由 Burret 从扁担杆属分出。但是 Hutchinson (1968) 仍主张把布渣叶属归并扁担杆属，认为作为一个独立的属是不能成立的。从花粉资料看，布渣叶属的花粉与扁担杆属的花粉有着较大的区别。前者花粉体积较小，长轴的平均长度不超过31.2微米，外壁较薄，厚度不超过2.1微米，表面具细网状纹饰，孔沟细小；而后者花粉体积大，长轴的平均长度在43.3微米以上，外壁较厚，厚度在2.3微米以上，表面纹饰多为粗网状，孔沟较宽大。因此，花粉形态不支持把布渣叶属归并于扁担杆属。

3. 田麻属 (*Corchoropsis* Sieb. et Zucc.) **的归附问题**

田麻属原隶属于椴树科，Takeda (1912) 将其移入梧桐科，放在 Dombeyeae 族中。田麻属花粉为3(—4)孔具刺类型，在椴树科较为特殊。而在梧桐科这种类型较多，尤其在 Dombeyeae 族主要为这种花粉类型。因此，把田麻属移入梧桐科的 Dombeyeae 族，在花粉资料上是支持的。

关于滇桐属 (*Craigia*) 的归附问题，因尚无花粉材料，将另行讨论。

附录：地理分布及生境

Colona sinica 乔木；产云南，生于海拔500米左右的山地。*C. floribunda* 乔木或灌木；产云南南部，生于海拔800—1400米的山地林缘。*Corchorus acutangulus* 草本；江苏、江西、福建、广东、广西、云南、贵州、湖南、安徽等省区，生于海拔120—1100米的田边或草坡上。*C. capsularis* 草本；我国亚热带地区广栽培。*Grewia biloba* 灌木或小乔木；江苏、江西、福建、广西、广东、台湾、浙江、安徽、湖南等省区，生于海拔350—1600米的草地或疏林中。*G. abutilifolia* 灌木或小乔木；四川、云南、贵州、广西、广东、台湾

等省区，生于海拔200—1800米的向阳山坡。*G. celtidifolia* 灌木或小乔木；产云南和广西，生于海拔460—960米的荒坡疏林中。*G. brachypoda* 灌木；产云南，生于海拔1400米左右的山坡草地。*G. eriocapa* 灌木；产云南、广西、广东、贵州、台湾等省区，生于海拔300—1400米的丘陵灌丛。*G. falcata* 小灌木；产云南，生于海拔740米左右的疏林灌丛中。*G. hirsuto-velatina* 灌木；产云南、贵州、广西，生于海拔350—1400米的向阳山坡。*G. henryi* 灌木；产广西、广东、江西，生于海拔200—950米的山坡上。*G. laevigata* 灌木；产云南，生于海拔570—1300米的山地疏林中。*G. tiliaefolia* 乔木；产云南，生于海拔850—1600米的山地杂木林中。*Microcos paniculata* 灌木或小乔木；产云南、广西、广东、湖南，生于海拔300—2000米的山坡上。*M. chungii* 乔木；特产海南岛，生于海拔2000米左右的山地林中。*Trumfetta annue* 草本或半灌木；产四川、云南、贵州、广西、广东、湖南、湖北、江西、浙江，生于海拔1800—2100米的山坡草地。*T. bartramia* 半灌木；产云南、广西、广东、福建、台湾，生于海拔150—1800米的林边灌丛中。*T. grandidens* 草本；产广东，生于海滩沙地。*T. pilosa* 半灌木；产四川、云南、贵州、广西、台湾，生于海拔1200—1400米的向阳山坡上。*T. tomentosa* 半灌木；产四川、云南、贵州、广西、广东、福建，生于海拔150—1600米的平地或丘陵灌丛中。*T. suffraticosa* 草本或半灌木；产广东，生于海拔200米左右的荒野。*Hainania trichosperma* 乔木；产广东、广西，生于海拔2000米左右的山地林中。*Tilia amuransis* 乔木；产辽宁、河北、内蒙古、山西、山东，生海拔700—1300米的杂木林中。*T. chinensis* 乔木；产河南、陕西、甘肃、四川、云南、湖北，生于海拔1000—3400米的山地林中. *T. henryana* 乔木；江苏、江西、河南、湖北、陕西、甘肃，生于海拔750—1000米的山坡杂木林中。*T. henryana* var. *subglabre* 乔木；江苏、江西、河南、湖北、安徽，生于海拔600—800米的山林中。*T. intonsa* 乔木；特产四川，生于2000—3200米的山林中。*T. japonica* 乔木；江苏、安徽、浙江、山东，生于海拔1200—1800米的山林中。*T. kwangtungensis* 乔木；产广东、江西，生于海拔1000米左右的山林中。*T. laetevirens* 乔木；产陕西、甘肃，生于海拔2000—2400米的山地杂木林。*T. mandschurica* 乔木；辽宁、内蒙古、河北、山东、江苏、江西，生于海拔200—1100米的潮湿山地杂木林中。*T. miqueliana* 乔木；河南、江苏、安徽、浙江，生于海拔600—1100米的山沟中。*T. mongolica* 乔木；东北、内蒙古、河北、山东、山西、河南、甘肃，生于200—2500米的向阳山坡疏林中。*T. oliveri* var. *cinerascens* 乔木；产湖北，生于海拔1300—1800米的山林中。*T. paucicostata* 小乔木；山西、河南、陕西、甘肃、四川、云南、安徽、湖北，生于海拔1600—3000米的山林中。*T. nobilis* 乔木；特产四川，生于海拔2500—2600米的阴湿山谷或林内。*T. platyphyllos* 乔木；产江苏、山东，生于海拔1000米左右的山地林中。*T. populiliniba* 乔木；产湖北，生于海拔1000米左右的山地林中。*T. tuan* 乔木；湖北、四川、贵州、广西、湖南、江西，生于海拔130—2600米的山地杂木林中。*T. yunnanensis* 乔木；产云南，生于海拔2600—3300米的山地杂木林中。*Corchoropsis crenata* 草本；东北、河北、山西、河南、江苏、安徽、浙江、江西、湖南、广东、贵州、四川、湖北、陕西，生于海拔200—1500米山坡林下。*C. psilocarpus* 草本；辽宁、河北、山东、河南、江苏、安徽、湖北、甘肃，生于海拔120—1000米的山坡草地或田边。*Excentrodendron hsienmu* 常绿乔木；产云南、广西，生于海拔800米左右的山地林中。

参考文献

[1] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组，1960：中国植物花粉形态。科学出版社。
[2] 额尔特曼著(王伏雄等译，1962)，1952：花粉形态与植物分类。科学出版社。
[3] 库普利扬诺娃(张金谈译，1980)，1974：论花粉和孢子形态的进化阶段。孢粉学译丛(第一集)：1—10页。科学出版社。
[4] Bentham, M. and Hooker, J. D., 1862:Genera Plantarum vol. 1. London.
[5] Burret, M., 1926:Beierage zur kenntnis der Tiliaceen. *Notizbl. Bot. Gart. Berl.* **1926**:592—880.
[6] Cronquist, A., 1968:The evolution and classification of flowering plants. London:Nelson.
[7] Hutchinson, J., 1968:The genera of flowering plants. Vol. 2. Oxford.
[8] Takeda, H., 1912: The genus Corchoropsis. *Kew Bull.* **1912**:365.
[9] Takhtajan, A., 1969:Flowering plants origin and dispersal. Oliver and Boyd.

[10] Schitze-Motel, 1964: Malvales in Engler's Syllabus Der Pflanzenfamilien. 12 Aufl. 2.Berlin.
[11] Schumann, K.,1895:Tiliaceae in Engler et Prantl's Die naturliche Pflanzenfamilien **3**(6):8—30.Leipzig.
[12] Sharma, 1969:Pollen morphology of Tiliaceae in relation to plant taxonomy. *Jour. Palyn.* **5**(1):7—29.

STUDIES ON POLLEN MORPHOLOGY IN TILIACEAE OF CHINA

Zhang Yu-long
(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

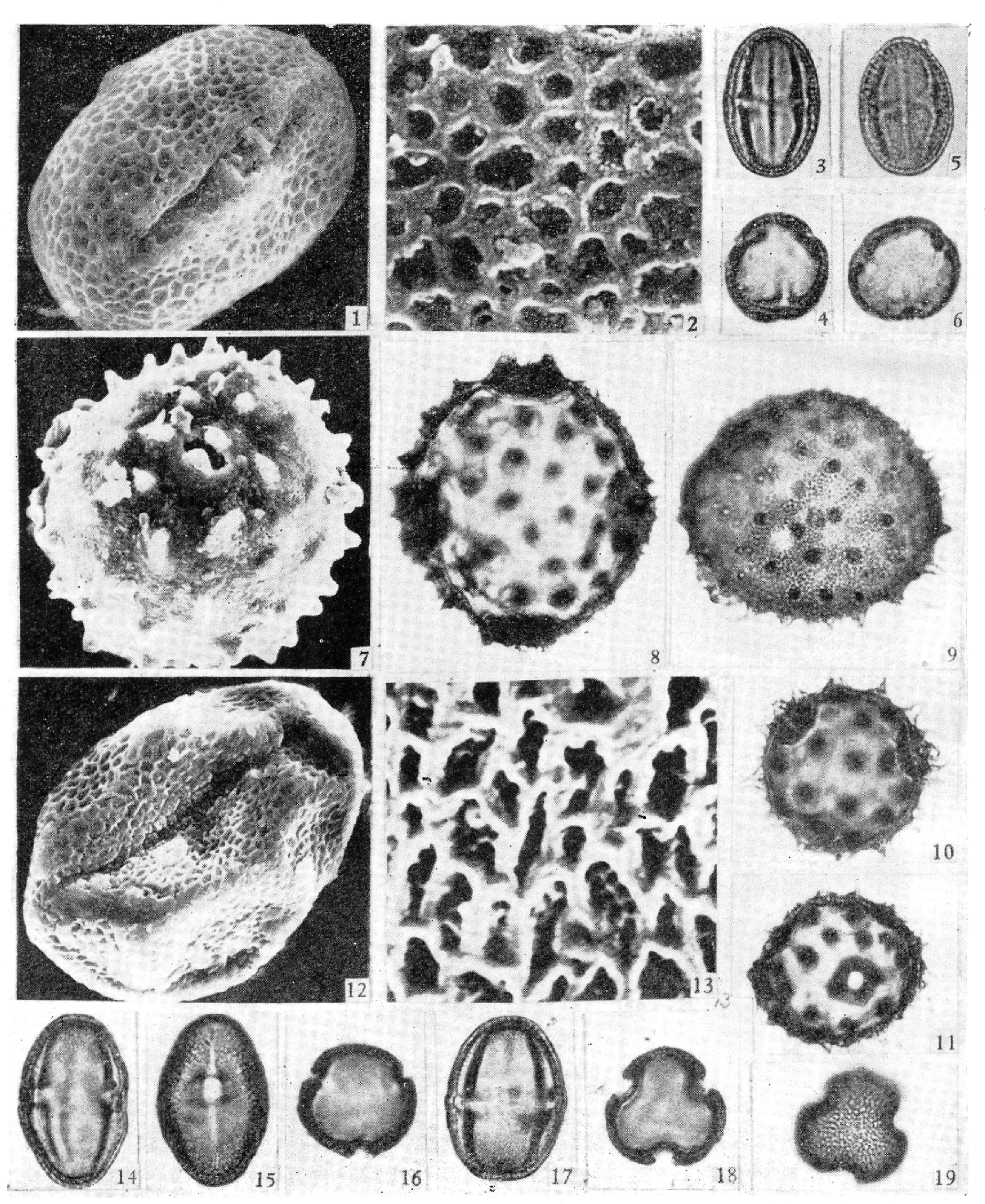
Chen Yan-sheng
(Northwest Institute of Botany, Wugong, Shaanxi)

Abstract Pollen morphology of 44 species representing 9 genera of Tiliaceae in China was examined under light microscope, 10 of them were observed with scanning electron microscope. Nine genera involved in this paper are: *Colona*, *Corchoropsis*, *Corchorus*, *Excentrodendron*, *Grewia*, *Hainannia*, *Microcos*, *Tilia and Triumfetta*

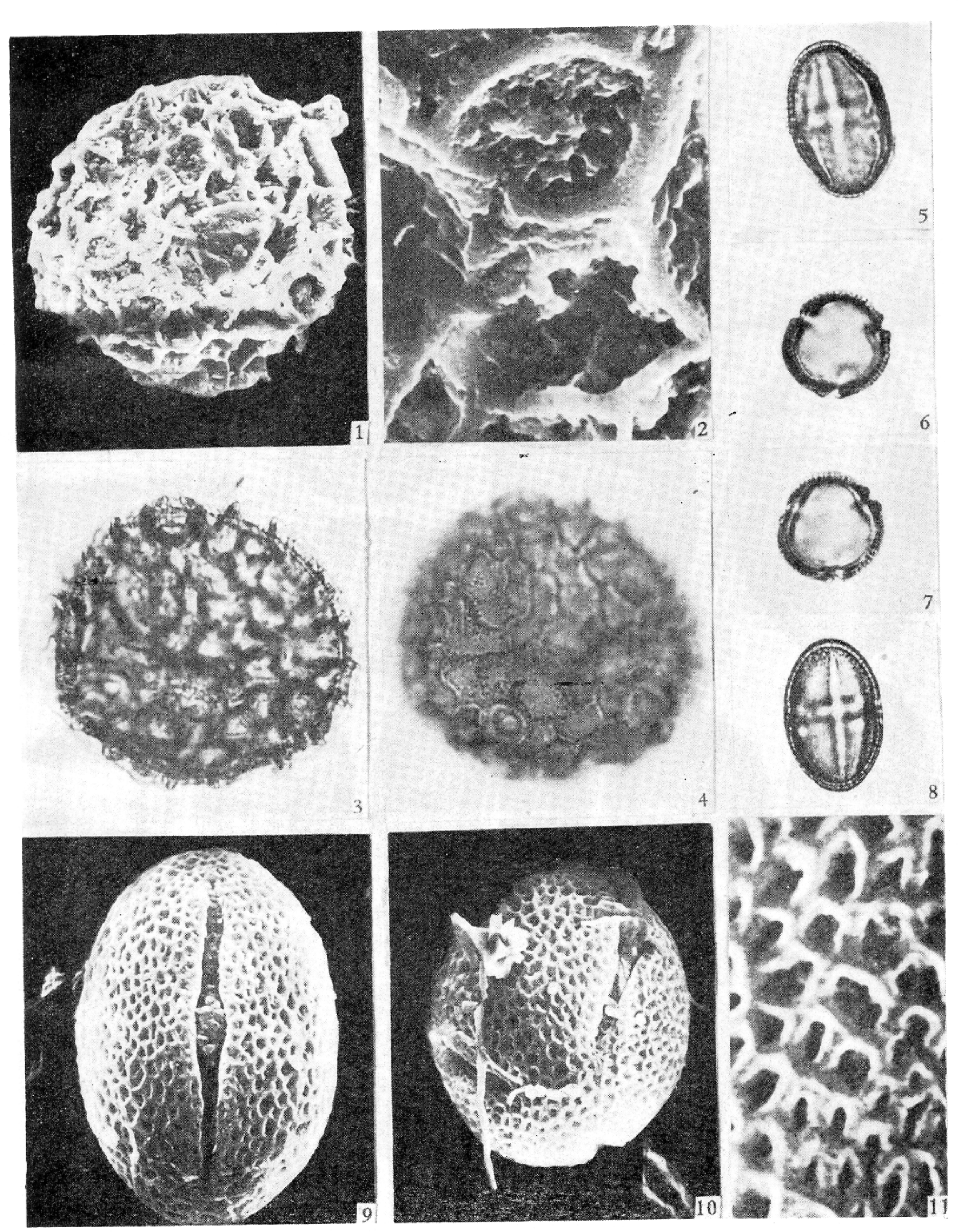
The pollen grains of Tiliaceae are eurypalynous. Based on the aperture type and ornamentation, they may be grouped into four types: (1) The Grewia type, pollen grains tricolporate: *Colona*, *Corchorus*, *Grewia*, *Microcos* and *Triumfetta*; (2) The Tilia type, pollen grains brevitricolporate: *Hainania* and *Tilia*; (3) The Corchoropsis type, pollen grains triporate, spinate: *Corchoropsis*, and (4) The *Excentrodendron* type, pollen grains triporate, reticulate: *Exce ntrodendron*.

The significance of pollen morphology in taxonomy of Tiliaceae is discussed. The palynological data seem to support the separation of *Microcos* from *Grewia* and the transfer of *Corchoropsis* to Sterculiaceae from Tiliaceae.

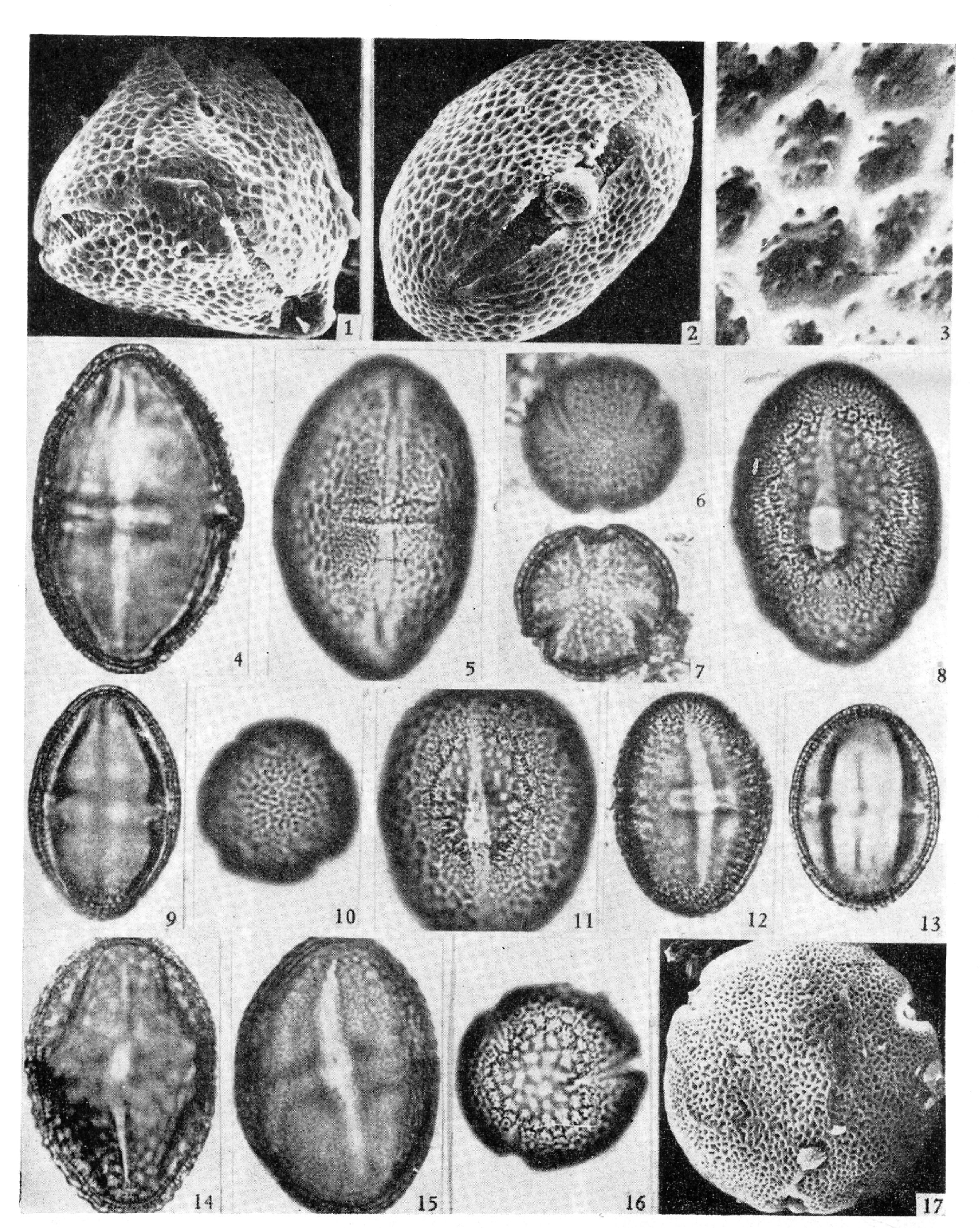
Key words Tiliaceae; Pollen morphology; Microstructure; Ultrastructure



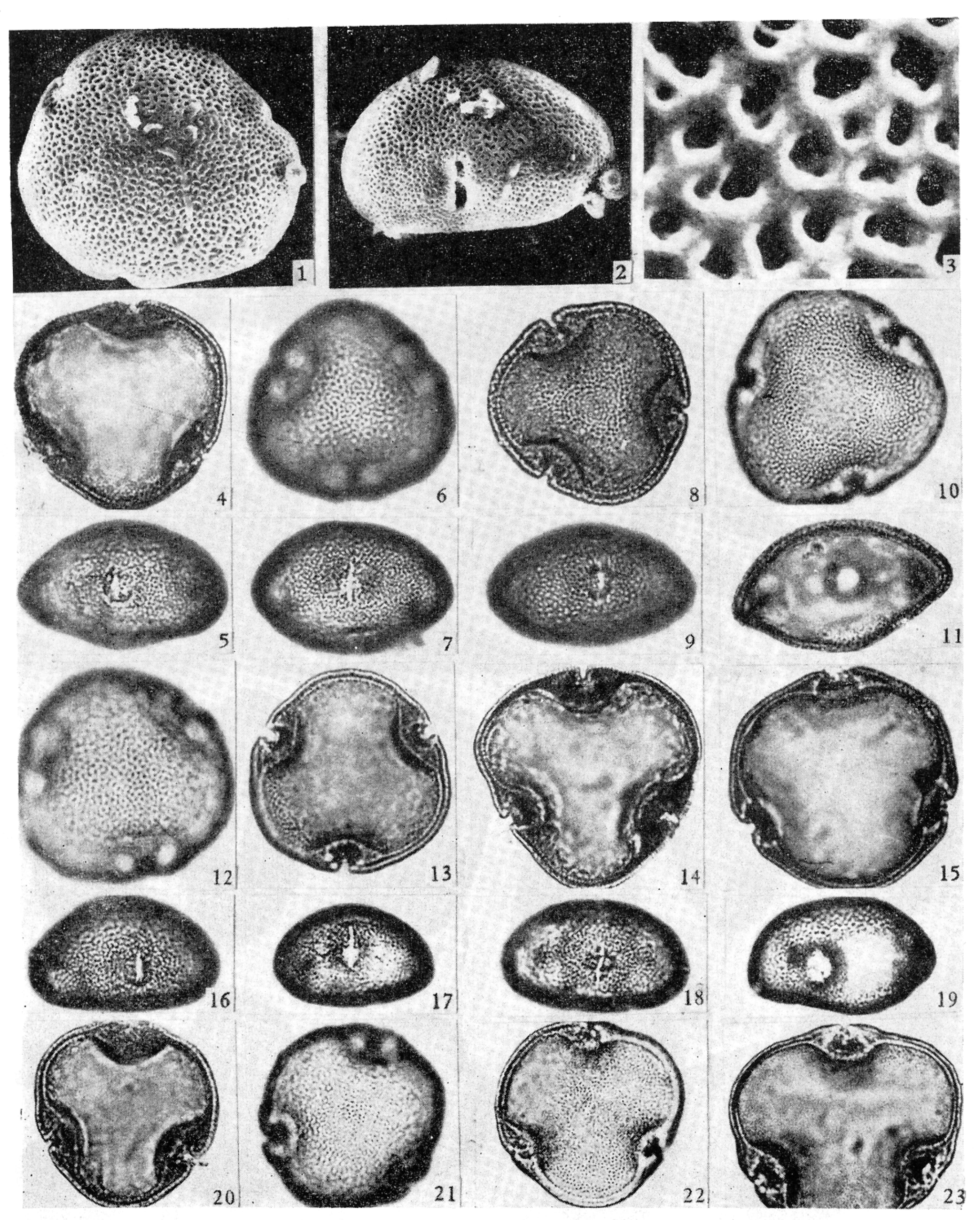
1—4. *Colona floribunda* (1. ×2450; 2. ×7000; 3,4. ×800); 5,6. *C. sinica* (×800); 7—9. *Corchoropsis crenata* (7. ×1050; 8, 9. ×800); 10, 11. *C. psilocarpus* (× 800); 12—16. *Corchorus capsularis* (12. ×2100; 13. ×10500; 14—16. ×800); 17—19 *C. acutangulus* (× 800).



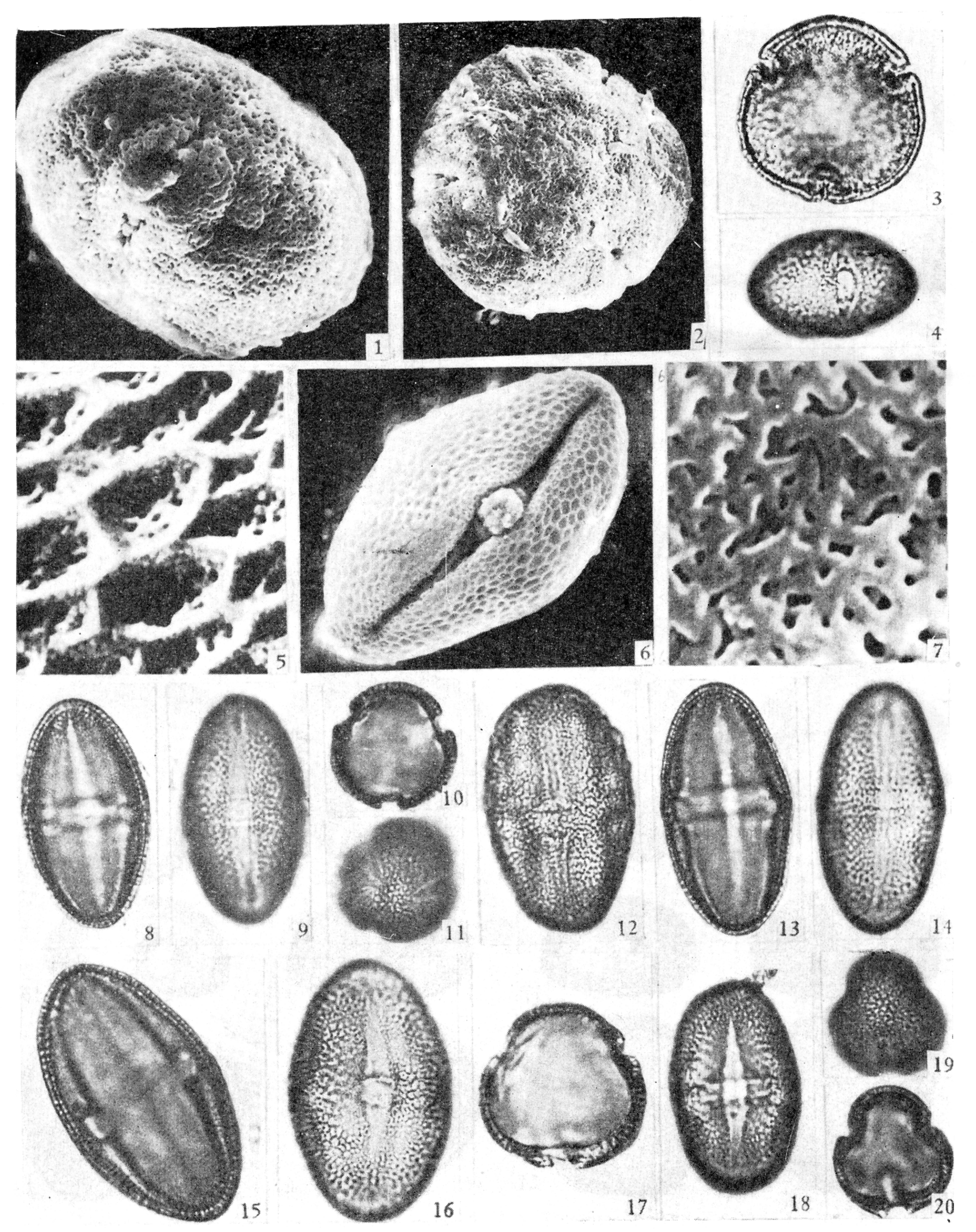
1--4. *Excentrodendron hsienmu* (1. ×1050; 2. ×5250; 3, 4. ×800); 5, 6. *Microcos chungii* (×800); 7—11. *M. paniculata* (7,8. ×800; 9, 10. ×2450; 11. ×10500).



1—7. *Grewia tiliaefolia* (1,2. ×1050; 3. ×7000); 8. *G. abutilifolia*; 9. *G. eriocapa*; 10. *G. celtidifolia*; 11. *G. hirsuto-velatina*; 12. *G. biloba*; 13. *Triumfetta suffruticosa*; 14. *Grewia laevigata*; 15. *G. falcata*; 16. *G. brachypoda*; 17. *Tilia chinensis* (× 1050). (4—16. ×800)



1—5. *Tilia tuan* (1,2. ×1050; 3. ×10500); 6,7. *T. oliveri* var. *cinerascens*; 8,9. *T. platyphyllos*; 10, 11. *T. populiliniba*; 12. *T. amuransis*; 13. *T. mongolica*; 14. *T. nobilis*; 15. *T. yunnanensis*; 16. *T. miqueliana*; 17. *T. japonica*; 18. *T. mandschurica*; 19. *T. intonsa*; 20. T. paucicostata; 21. *T. laetevirens*; 22. *T. kwangtungensis*; 23. *T. henryana*. (4—23. ×800)



1—5. *Hainania trichorsperma* (1. ×2100; 2. ×1400; 3, 4. ×800; 5. ×10500); 6—11. *Trumfetta tomentosa* (6. ×1400; 7. ×10500; 8-11. ×800); 12. *T. bartramia*; 13, 14. *T. grandidens*; 15—17. *T. pilosa*; 18—20. *T. annue*. (12—20. ×800)